

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MARACUJAZEIROS: ÁGUA, LUZ, TEMPERATURA E REGULADORES VEGETAIS

Valdir Zucareli¹, Elizabeth Orika Ono², Gisela Ferreira³ e Nadia Graciele Krohn⁴

¹Departamento de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de Maringá. Campus Regional de Umuarama. Estrada da Paca, s/n, CEP: 87507-190, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: valdirzucareli@yahoo.com.br

²Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu – SP. E-mail: eono@ibb.unesp.br

³Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu – SP. E-mail: gisela@ibb.unesp.br

⁴ Departamento de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de Maringá. E-mail: nadiakrohn@yahoo.com.br

RESUMO: *A produção de mudas de maracujá é feita principalmente com o uso de sementes pela grande maioria dos produtores. Também pode ser propagado por estaquia, alporquia e cultura de tecidos in vitro. Porém, mesmo quando utilizado a enxertia, faz-se necessário o uso de sementes para a produção do porta enxerto. No entanto, a maioria das Passifloráceas apresentam problemas de germinação, o que dificulta a obtenção de mudas. Embora diversos estudos tenham sido desenvolvidos na tentativa de aumentar a germinação das sementes de maracujazeiros ainda há dificuldades na compreensão do processo germinativo e, também, divergências quanto à causa da dormência. Assim, o presente trabalho teve como objetivo fazer um levantamento dos estudos relacionados à germinação de sementes de maracujazeiros enfatizando alguns aspectos como a resistência à entrada de água, a necessidade de luz e temperatura adequadas e o uso de reguladores vegetais na superação da dormência. Observou-se que, de maneira geral, as sementes são fotoblásticas negativas e apresentam dormência do tipo fisiológica, não sendo necessária a escarificação das sementes para a germinação das mesmas.*

PALAVRAS CHAVE: *Maracujá, Propagação, Passifloráceas.*

GERMINATION OF PASSION FRUIT SEEDS: WATER, LIGHT, TEMPERATURE AND PLANT GROWTH REGULATORS

ABSTRACT: *The production of seedlings of passion fruit is done mainly with the use of seeds by most producers. It can also be propagated by cuttings, layering and in vitro tissue culture. However, even when grafting is used, it is necessary to use seeds to produce the rootstock. Nevertheless, most Passifloracea species have germination problems, making it difficult to obtain seedlings. Although several studies have been developed in an attempt to increase seed germination of passion fruit there are still difficulties in understanding the germination process and also disagreement about seed dormancy. Thus, the present study aimed to review papers related to seed germination of passion fruit emphasizing aspects such as mechanical resistance to water ingress, the need for adequate light and temperature and the use of plant growth regulators in overcoming seed dormancy. It was noticed that, in general, the passion fruit seeds are photoblastic negative and exhibit physiological dormancy, being no need of seed scarification to stimulate its germination.*

KEYWORDS: Passion fruit, Propagation, Passifloracea.

REVISAO DE LITERATURA

O processo da germinação é amplo e complexo para ser definido em poucas palavras (Carvalho e Nakagawa, 2000). Na germinação estão envolvidos processos sequenciados e sincronizados, de tal maneira que as reações catabólicas e anabólicas são simultâneas, sendo controlada por uma interação de sinais ambientais e endógenos, a partir dos quais ocorrem alterações dos estados fisiológicos da semente que resultam na retomada do desenvolvimento do embrião (Moraes et al., 2002).

A duração da germinação é considerada o tempo necessário entre a hidratação da semente e a emissão da raiz primária (Larcher, 2000) e, para que o processo ocorra, é necessário que a disponibilidade de água, a temperatura e a concentração de oxigênio no meio não limitem o metabolismo germinativo (Carvalho e Nakagawa, 2000; Cardoso, 2004). Segundo Marcos Filho (2005), tanto os que se dedicam ao estudo da fisiologia vegetal sob o aspecto botânico, como os tecnólogos de sementes, consideram que a germinação tem início com a embebição.

Morley-Bunker (1974) incluiu as Passifloráceas entre as famílias que apresentam dormência, devido aos mecanismos de controle da entrada de água na semente. Baseados em tal afirmação Tsuboi e Nakagawa (1992), Alexandre et al. (2004a) e Alexandre et al. (2004b) realizaram trabalhos com sementes de espécies do gênero *Passiflora*, utilizando escarificação mecânica, química ou com água quente, visando a superação da impermeabilidade do tegumento das mesmas. Adicionalmente, Lopes et al. (2003) estudaram a influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e a absorção de água em sementes de *P. alata* Dryander e concluíram que não houve diferença entre os tratamentos, com e sem escarificação, na absorção de água pelas sementes. Os mesmos autores mencionaram também que a escarificação influenciou negativamente nas variáveis porcentagem de germinação, primeira contagem (vigor) e índice de velocidade de germinação.

Com o objetivo de superar a dormência em sementes de genótipos do maracujazeiro *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, Alexandre et al. (2004b) submetem as sementes à escarificação mecânica e, posteriormente, à embebição em água destilada em quatro diferentes tempos (0, 12, 24 e 48 horas) e concluíram que a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência das sementes não foram influenciados pelos diferentes tempos de embebição em água, mas sim pelo genótipo das plantas.

Ferreira (1998) estudou a fase I da germinação em sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Dryander, *P. giberti* N.E. Brown e *P. caerulea* L. e concluiu que estas não apresentam impermeabilidade à água; dessa forma, a dormência deve estar relacionada a outros fatores fisiológicos da semente.

A determinação do tempo de embebição em sementes (fase I) é importante para a realização de tratamentos que aceleram a germinação (Ono et al., 1993). Ferreira (1998) estudou a fase I da germinação em sementes de Passifloráceas e concluiu que esta apresentou duração de aproximadamente 3 horas para *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, 4-5 horas para *P. caerulea* L., *P. giberti* N.E. Brown e *P. alata* Dryander.

Ferrari (2005) estudou as fases da germinação em sementes de *P. alata* Curtis e observou que a fase I teve duração de aproximadamente 10 a 11 horas, a mudança da fase II para a fase III variou de acordo com o método utilizado, tendo ocorrido as 200 horas em sementes submersas em água sob aeração e às 120 horas em sementes acondicionadas sobre papel umedecido.

Ao caracterizar as fases da germinação em sementes de *P. cincinnata* Mast. submetidas a diferentes tratamentos (imersão em água e sobre papel úmido) Zucareli (2007) observou que a estabilização do processo de embebição (início da fase II) nas sementes ocorreu três a quatro horas após o contato da semente com a água, independentemente do método utilizado e que a passagem da fase II para a fase III ocorreu aproximadamente, 120 horas após o início do processo, não sendo possível sua caracterização sem o uso de reguladores vegetais.

Na ausência de outros fatores limitantes, a germinação ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, cujos extremos dependem, principalmente, da espécie e suas características genéticas, das condições do ambiente durante a produção, do manejo durante e após a colheita e da sanidade das sementes (Marcos Filho, 2005).

A temperatura apresenta grande influência tanto na porcentagem como na velocidade de germinação, afetando à absorção de água e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo (Bewley e Black, 1994; Marcos Filho, 2005). Bewley e Black (1985) relatam que as membranas celulares presentes nas sementes passam por uma fase de transição, entre o estado de gel e cristalino líquido, que é dependente da temperatura, o que proporciona maior ou menor permeabilidade à água.

Existem temperaturas mais apropriadas para a germinação, assim como temperaturas limitantes, dependendo da espécie (Labouriau, 1983). Os limites extremos de temperatura para a germinação fornecem informações de interesse ecológico (Labouriau e Pacheco, 1979) podendo, esses dados fornecerem informações importantes para entender a distribuição geográfica dessas espécies em escala fitossociológica e biogeográfica (Labouriau, 1983).

O processo de germinação envolve uma série de atividades metabólicas, durante as quais ocorre uma sequência programada de reações químicas que apresenta exigências próprias quanto a temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (Marcos Filho, 2005). Os efeitos da temperatura na cinética da germinação podem ser abordados, também, sob o ponto de vista bioquímico, pois, a atividade das enzimas tem forte dependência da temperatura de incubação (Borghetti e Ferreira, 2004). Segundo os autores existem temperaturas nas quais a velocidade de reação enzimática é máxima e outras nas quais o processo ocorre muito lentamente ou se encontra inibido.

As sementes de muitas espécies, principalmente as menos domesticadas, requerem flutuação diária de temperatura para germinarem adequadamente. Embora esse requerimento esteja associado à dormência da semente, a alternância da temperatura pode acelerar a germinação em sementes não-dormentes (Malavasi, 1988; Carvalho e Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005). Estas sementes apresentam mecanismos enzimáticos que funcionam em diferentes temperaturas e essa resposta corresponde, provavelmente, à uma adaptação às variações que ocorrem no ambiente ou à processos de dormência (Borges e Rena, 1993; Copeland e McDonald, 1995).

A necessidade de temperatura alternada assim como a de nitratos, de luz e de etileno, apresentada por algumas espécies, seriam uma adaptação ecológica no sentido de indicar à semente a profundidade em que ela se encontra no solo (Carvalho e Nakagawa, 2000). Para Copeland e McDonald (1995) e Marcos Filho (2005), a alternância de temperatura altera o balanço das substâncias promotoras e inibidoras da germinação, reduzindo a quantidade desta última durante o ciclo de baixa temperatura e aumentando a quantidade das substâncias promotoras durante a fase de alta temperatura, o que levaria ao processo germinativo.

Os efeitos da temperatura podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem, velocidade e frequência relativa de germinação ao longo do tempo de incubação (Labouriau e Pacheco, 1979). Para a realização de teste de germinação de sementes de *P. edulis* em laboratório pode ser utilizada tanto a temperatura de 25°C constante como a temperatura alternada de 20-30°C, 16 e 8 horas, respectivamente (Brasil, 2009).

Santos et al. (1999) estudaram a germinação de sementes de *P. edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener, na temperatura constante 25°C e na temperatura alternada 20-30°C e indicaram a temperatura alternada como sendo a mais adequada.

Duarte Filho et al. (2000) avaliaram a germinação das sementes de *P. giberti* N.E. Brown nas temperaturas constantes 20°C, 25°C e 30°C e nas temperaturas alternadas 30-25°C, 30-20°C e 25-20°C, todas sob luz branca constante, e constataram que as temperaturas exerceram grande influência sobre a porcentagem de emissão de raiz primária, plântulas normais e anormais. Os autores observaram que a temperatura alternada 30-20°C apresentou maior uniformidade de germinação e que temperaturas constantes proporcionaram as menores médias para as variáveis porcentagem de germinação e porcentagem de plântulas normais.

Zucareli et al. (2001a) avaliaram a germinação de sementes de *P. alata* Dryander em resposta à temperatura, à GA₃, à fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e ao ethephon nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹, isolados e combinados com as mesmas dosagens, e concluíram que independente do tratamento, a alternância de temperaturas entre 20 e 30°C por mais de 35 dias favoreceu a germinação. Zucareli et al. (2001b) estudaram diferentes períodos de exposição à temperaturas alternadas (20-30°C) e constante (25°C) na germinação de *P. alata* Dryander e observaram que a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação foram significativamente maiores sob temperaturas alternadas e, que a porcentagem de sementes duras foi maior quando utilizou-se temperatura constante. Os autores mencionam ainda que, o melhor desempenho germinativo foi obtido sob temperatura alternada por um período mínimo de 13 dias.

Em estudo da germinação de sementes de maracujá doce (*P. alata* Dryander) com uso de GA₃, de fenilmetiltetrahydro-piranyl-aminopurina e de ethephon Zucareli et al. (2003) verificaram que após 35 dias sob temperatura constante (25°C), as sementes não germinaram. Desse modo, a temperatura foi alterada para temperaturas alternadas (20-30°C) e, no terceiro dia após a alteração da temperatura, foi observada germinação em todos os tratamentos. Nota-se assim, a influência favorável da temperatura alternada na germinação das sementes desta espécie.

Também, Osipi e Nakagawa (2005) estudaram a germinação de sementes de diferentes plantas de maracujá doce (*P. alata* Dryander) sob duas condições de temperatura (25°C e 20-30°C) e observaram que a temperatura alternada 20-30°C possibilitou maior porcentagem de germinação, independentemente da planta, e sugeriram que esta pode ter favorecido a superação da dormência das sementes. Os mesmos autores observaram que

houve diferença significativa na germinação de sementes de diferentes plantas, sendo que os valores obtidos para a porcentagem de plântulas normais aos 28 dias após a semeadura variaram de 58% a 91%.

O efeito da luz e da temperatura e a interação entre temperatura e reguladores vegetais na germinação de sementes de *P. cincinnata* foi estudado por Zucareli (2007) que concluiu que a temperatura alternada 20-30°C é a mais adequada para a germinação de sementes da espécie e que, o uso de reguladores vegetais ampliou os limites de temperatura de germinação para a espécie.

Para algumas espécies a temperatura pode influenciar no requerimento de luz. Esta interação foi apresentada por Smith (1975) com sementes de alface (*Lactuca sativa*), sendo que em temperaturas baixas as sementes foram indiferentes à luz, em temperaturas altas as sementes apresentaram termodormência e em temperaturas intermediárias as sementes apresentaram fotossensibilidade, germinando apenas sob luz branca.

Para algumas espécies a luz constitui fator de importância na germinação das sementes e sobrevivência das plântulas (Borges e Rena, 1993). Em geral, espécies com sementes grandes, com amplas reservas para sustentar prolongados períodos de plântulas no escuro, não necessitam de luz para a germinação. A exigência de luz é frequentemente observada nas sementes pequenas, nas quais a luz solar ajudaria a garantir que as plântulas tornem-se fotossinteticamente auto-suficientes, antes que suas reservas sejam exauridas (Taiz e Zeiger, 2009).

O responsável pela fotorreação, controlando a germinação, é um pigmento denominado fitocromo, que é uma cromoproteína solúvel presente no citoplasma de células do eixo embrionário (Marcos Filho, 2005). Entre outros processos, o fitocromo permite que as sementes detectem a composição espectral da luz, iniciando a germinação quando as condições luminosas tornam-se apropriadas para o estabelecimento das plântulas (Smith, 1994).

As primeiras explicações sobre o papel do fitocromo no desenvolvimento de plantas vieram de estudos iniciados na década de 1930 sobre as respostas morfogênicas induzidas pela luz vermelha, em especial na germinação de sementes. Um avanço na história do fitocromo foi a descoberta de que os efeitos da luz vermelha (650-680 nm) sobre a morfogênese poderiam ser revertidos por uma irradiação subsequente com luz de comprimentos de onda mais longos (710-740 nm), chamada de luz vermelho-distante (Taiz e Zeiger, 2009).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), a observação inicial foi que em sementes de alface a germinação é estimulada pela luz vermelha e inibida pela luz vermelho-distante. Muitos anos mais tarde, foi observado que, quando sementes de alface foram expostas a tratamentos alternados de luz vermelha e vermelho-distante, quase 100% das sementes que receberam luz vermelha como tratamento final germinaram. No entanto, as sementes que receberam luz vermelha distante como tratamento final tiveram a germinação inibida. Posteriormente, o fitocromo foi demonstrado em extratos vegetais e suas propriedades fotorreversíveis únicas, exibidas *in vitro*, confirmando a hipótese de um único pigmento, com possibilidade de existir em duas formas interconvertíveis: uma que absorve a luz vermelha (denominado F_V) e outra que absorve a luz vermelho distante (denominado de F_{VD}).

A forma ativa (F_{VD}) é obtida pela exposição da forma inativa (F_V) a radiações na faixa de 660 nm. A exposição da forma ativa a radiações de 730nm ou a permanência no escuro fazem com que o fitocromo assuma a forma inativa (Carvalho e Nakagawa, 2000; Taiz e Zeiger, 2004; Marcos Filho, 2005).

Bewley e Black (1994) verificaram que a irradiação de diferentes partes de sementes fotoblásticas positivas revelou que a dormência, somente foi superada com a irradiação do eixo embrionário, o que indica que o fitocromo se localiza no eixo embrionário. Os mesmos autores mencionam que as membranas devem permanecer no estado de gel (hidratadas) para que o fitocromo vermelho distante possa exercer sua função.

A luz somente exerce seus efeitos em sementes embebidas e apenas concentrações relativamente altas de F_{VD} em fotoblásticas positivas, são capazes de constituir impulso para o processo de germinação, mediante a síntese de hormônios e o reinício da transcrição da mensagem genética (Marcos Filho, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), a luz vermelha provoca um grande aumento na expressão do gene que codifica uma enzima chave na rota biossintética da giberelina, indicando que o fitocromo promove a germinação de sementes pelo aumento da biossíntese do hormônio, uma vez que a giberelina pode substituir a luz vermelha na promoção da germinação. Para Marcos Filho (2005) o fitocromo na forma ativa atinge concentrações suficientes para disparar o processo de germinação, mediante a síntese de hormônios e o reinício da transcrição da mensagem genética.

De acordo com a sensibilidade à luz, as sementes são classificadas em fotoblásticas positivas, as beneficiadas pela luz, fotoblásticas negativas, as sementes cuja germinação é

inibida pela luz, e não-fotoblásticas ou indiferentes à luz (Borges e Rena, 1993; Carvalho e Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), os fitocromos podem agir de três diferentes modos, de acordo com a qualidade e a duração da luz requerida para induzir respostas na planta. Respostas de fluência muito baixa (RFMB ou VLFRs – do inglês, *very-low-fluence responses*) ($0,0001 - 0,05 \mu\text{mol m}^{-2}$), respostas de baixa fluência (RFB ou LFRs - ou VLFRs – do inglês, *low-fluence responses*) ($1,0 - 1.000 \mu\text{mol m}^{-2}$) e respostas de irradiância alta (RIA ou HIRs – do inglês, *high-irradiance responses*).

Uma nova classificação quanto à sensibilidade a luz pelas sementes foi proposta por Takaki (2001). Segundo o autor, todas as sementes contêm fitocromo e o termo fotoblastismo deve ser substituído pelas formas do fitocromo (fi) que controlam a germinação, sendo que as sementes fotoblásticas positivas tem fiB (e, em menor extensão, fiD e fiE) controlando o processo de germinação através da resposta de fluência baixa (RFB). Já as sementes fotoblásticas negativas tem fiA controlando a germinação através da resposta de irradiância alta (RIA) e quando o nível de F_{VD} pré-existente é alto o suficiente para induzir a germinação no escuro, através da RFB pelo fiB. Para o mesmo autor as sementes insensíveis à luz tem fiA controlando a germinação através da resposta de fluência muito baixa (RFMB).

Em sementes de maracujá, Passos et al. (2004) estudaram a germinação *in vitro* de sementes *P. nitida* Kunth e não verificaram efeito significativo da luz/escuro. Embora Brasil (2009) recomende para *P. edulis* a realização de teste de germinação no escuro, não foram encontrados na literatura trabalhos relacionados ao efeito da luz na germinação de sementes da espécie. No entanto, o efeito inibitório sobre a germinação foi verificado por Zucareli (2007) em sementes *P. cincinnata* e por Henrique (2013) em sementes de *P. incarnata*.

Segundo Taiz e Zeiger (2009), os hormônios vegetais são moléculas orgânicas frequentemente sintetizadas em um local do organismo e transportadas para outro, onde em concentrações baixas influenciam o desenvolvimento. As classes mais importantes são a auxina, a giberelina, a citocinina, o ácido abscísico e o brassinosteróide.

Os reguladores vegetais são substâncias, mediadoras dos processos fisiológicos da germinação, transformam sinais ambientais específicos em respostas bioquímicas, produzindo modificações no estado fisiológico da semente, através da transcrição diferencial, repressão ou desrepressão gênica ou ativação do RNA mensageiro ou, ainda, por alteração da permeabilidade da membrana. Modificações nas propriedades físicas das membranas afetam diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, pH e conteúdo de

inibidores, situações estas que interferem na germinação das sementes (Davies, 1994). Dentre os reguladores vegetais, será dado destaque às giberelinas (GA) e às citocininas (CK), devido aos objetivos deste trabalho.

As giberelinas endógenas influenciam numa grande variedade de processos do desenvolvimento, entre os quais a germinação de sementes, incluindo a superação da dormência e a mobilização das reservas do endosperma (Taiz e Zeiger, 2009). Para Moraes et al. (2002), as giberelinas podem estimular a germinação de sementes às quais a dormência é imposta por várias causas, como desenvolvimento incompleto do embrião, tegumento impermeável ou a presença de inibidores e fatores relacionados à fisiologia. Segundo Taiz e Zeiger (2009) a superação da dormência do embrião está frequentemente associada à queda acentuada na razão entre ABA (Ácido Abscísico) e GA.

O efeito das giberelinas na germinação tornou-se claro quando foi demonstrado em sementes de cereais, que o embrião sintetiza e libera giberelina no endosperma durante a germinação. As giberelinas promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular seguida pela hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico na célula, resultando na entrada de água e promovendo o alongamento (Arteca, 1996). Segundo Taiz e Zeiger (2009) as giberelinas promovem a produção e/ou secreção de várias enzimas hidrolíticas envolvidas na solubilização de reservas do endosperma, entre as quais pode ser destacada a α -amilase. A aplicação exógena deste promotor influencia no metabolismo protéico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (McDonald e Khan, 1983). A α -amilase é a única enzima capaz de atuar diretamente sobre os grânulos de amido, o que a caracteriza como a primeira enzima no processo de degradação do amido (Buckeridge et al., 2004).

Na germinação de sementes de cereais o GA₃ produzido no embrião é transferido para a camada de aleurona das células onde estimula a síntese de enzimas (tais como a α -amilase e β -amilase), produzidas via síntese *de novo* e essas enzimas promovem, no endosperma, a conversão do amido em açúcar, que é usado então para o crescimento do embrião (Arteca, 1996; Taiz e Zeiger, 2009). Estas enzimas também promovem a degradação enzimática da parede celular cujos produtos, em geral carboidratos, são transportados à extremidade da radícula, contribuindo para o aumento no valor absoluto do potencial osmótico das células radiculares, ou seja, tornando-o mais negativo. Dessa forma, a degradação das paredes celulares permite o enfraquecimento do tecido do endosperma e aumenta o potencial de crescimento do embrião facilitando a protrusão da radícula (Castro e Hilhorst, 2004).

Ferreira (1998) observou que sementes de passifloráceas (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener, *P. alata* Dryander, *P. giberti* N.E. Brown e *P. caerulea* L.) não apresentam impermeabilidade a água, e relacionou a dormência a possíveis mecanismos fisiológicos, como o desbalanço hormonal. O mesmo autor estudou o uso de reguladores vegetais em sementes de Passifloráceas e concluiu que o uso dos mesmos favoreceu a germinação das sementes e que a dosagem de 100 mg L^{-1} de ácido giberélico, aplicado na forma de imersão proporcionou maior porcentagem de germinação (68%) de sementes de *P. alata* Dryander em relação à testemunha (56%).

Coneglian et al. (2000) realizaram trabalho com objetivo de avaliar os efeitos dos métodos de extração dos envoltórios das sementes e de tratamentos pré-germinativos com concentrações de ácido giberélico (GA_3) na qualidade fisiológica de sementes de maracujá doce (*P. alata* Dryander) e verificaram que não houve efeito do tratamento com pré-embebição em substrato umedecido com solução de GA_3 na porcentagem de plântulas normais provenientes de sementes que foram extraídas sem a remoção dos envoltórios e do arilo. As sementes que foram submetidas aos métodos de extração, apresentaram maior porcentagem e velocidade de germinação após terem sido submetidas à pré-embebição em substrato umedecido com solução de 300 mg L^{-1} de GA_3 e mantidas em papel umedecido com solução de 300 mg L^{-1} de GA_3 durante todo o período de avaliação. Os mesmos autores mencionam que não houve efeito dos métodos de extração na germinação das sementes quando estas foram pré-embebidas pelo método de imersão e que as sementes que foram submetidas a imersão e avaliadas na presença de água destilada, apresentaram menor porcentagem e velocidade de germinação, independentemente do método de extração das sementes.

Melo et al. (2000) estudaram a superação de dormência em sementes de *P. nitida* H.B.K. com hidróxido de sódio (5, 10, 15 e 20% durante três minutos), ácido sulfúrico concentrado (3, 6 e 9 minutos) e ácido giberélico (GA_3) por 24 horas (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L^{-1}). Os autores concluíram que, de modo geral, o ácido giberélico mostrou-se efetivo na superação da dormência e antecipou a emergência e os tratamentos com hidróxido de sódio e ácido sulfúrico concentrado causaram danos às sementes, impedindo a emergência de plântulas.

O regulador vegetal GA_3 , também foi estudado em sementes de maracujá-doce (*P. alata* Dryander) por Fogaça et al. (2001) que observaram incremento de até 14% na germinação da espécie após aplicação de concentrações superiores a 100 mg L^{-1} do regulador.

De maneira semelhante, Ferreira et al. (2001) estudaram a germinação de *P. alata* Dryander em função do tempo de embebição das sementes e da concentração do regulador vegetal GA₃ e observaram que a porcentagem de germinação não foi alterada pelos diferentes tempos de embebição das sementes nas diferentes concentrações do regulador. No entanto, o uso do regulador vegetal, independentemente do tempo de embebição, proporcionou aumento na germinação das sementes, sendo a maior porcentagem média (71%) obtida com a concentração de 500 mg L⁻¹.

Zucareli et al. (2001a) avaliaram a germinação de sementes de *P. alata* Dryander em resposta a temperatura e reguladores vegetais e concluíram que a alternância de temperaturas entre 20 e 30°C e tratamentos contendo GA₃ e ethephon na concentração de 75 mg L⁻¹ favoreceram a germinação. Ferreira et al. (2002) observaram que, em *P. giberti* N.E. Brown, os métodos de extração do arilo não afetaram a viabilidade das sementes dormentes e que o uso de ethephon na concentração de zero, 150, 300, 450 e 600 mg L⁻¹ não foi eficiente para a superação da dormência.

Em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *P. cincinnata* Mast., Lombardi (2003) obteve resultados negativos após a embebição das sementes em solução de GA₃ (500 e 1000 mg L⁻¹), com maiores médias de germinação (52%) no tratamento controle embebido apenas em água. Passos et al. (2004), em trabalho com germinação *in vitro* de sementes de *P. nítida* Kunth, obtiveram maiores médias (86%) de germinação com a utilização de 1000 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃).

Leonel e Pedroso (2005) obtiveram 97,5% de emergência de plântulas a partir de sementes de *P. alata* Dryander tratadas com GA₃ 300 mg L⁻¹ na forma de imersão por 24 horas. Ainda trabalhando com germinação de *P. alata* Curtis, Ferrari (2005) obteve incremento no processo germinativo com uso de GA₄₊₇ + fenilmetil-aminopurina nas concentrações de 200 e 250 mg L⁻¹.

Segundo Taiz e Zeiger (2009), as citocininas quando aplicadas às plantas superiores podem estimular ou inibir uma variedade de processos fisiológicos, metabólicos, bioquímicos e de desenvolvimento, como a senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, germinação de sementes e quebra de dormência de gemas. Segundo o mesmo autor, embora as citocininas regulem muitos processos celulares, o controle da divisão celular é o processo central no crescimento e no desenvolvimento vegetal.

Na germinação, as citocininas podem funcionar como agentes de superação de dormência, em alguns casos e, até mesmo, substituir a necessidade de luz em espécies fotoblásticas positivas, como é o caso da alface. Podem, ainda, promover a germinação de sementes fotoblásticas negativas, como no caso do maxixe, e inibir o efeito de certos inibidores de germinação, como, por exemplo, o ácido abscísico, em sementes de café (Alvarenga, 1990). Para Marcos Filho (2005) além de estimular a divisão e o alongamento celular, as citocininas apresentam efeito sinérgico com a luz e atenuam efeitos de substâncias inibidoras da germinação, como ABA e cumarina.

Carvalho e Nakagawa (2000) mencionaram que o conhecimento das interações entre estimuladores e inibidores da germinação foi ampliado quando Khan, em 1971, introduziu as citocininas no jogo de equilíbrio hormonal, atribuindo a elas a função de anular o efeito dos inibidores, permitindo assim, às giberelinas exercer seus efeitos estimuladores. Walker et al. (1989) também relataram que as citocininas regulam o nível de inibidores ativos permitindo que as sementes se tornem mais sensíveis à ação das giberelinas.

Segundo Horcat e Letham (1990), as citocininas atuam na germinação de sementes e nos rápidos eventos pós-germinativos, pois as citocininas endógenas podem ter papel na promoção do crescimento da radícula. Os autores citados concluíram que embriões de sementes de milho em germinação são capazes de biossintetizar citocininas.

Zucareli et al. (2003) observaram que o uso dos reguladores vegetais GA₃, fenilmetiltetrahidro-piranyl-aminopurina e ethephon nas concentrações de 75 e 150 mg L⁻¹ isolados e combinados com as mesmas dosagens, inibiram a germinação de sementes de *P. alata* Dryander em condições de laboratório e que os tratamentos que continham citocinina apresentaram maior porcentagem de sementes duras.

Zucareli (2007) ao avaliar o efeito dos reguladores vegetais na germinação de sementes, na emergência e desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast. observou que houve incremento no processo de germinação, na emergência e no desenvolvimento de plântulas de *P. cincinnata* Mast..

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.A.; Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal. ESAL, Lavras, 1990.

ARTECA, R.D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996.

ALEXANDRE R.S.; JUNIOR, A.W.; NEGREIROS, J.R.S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C.H. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasília**, v.39,p.1239-1245, 2004b.

ALEXANDRE, R.S.; LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; BRUCKNER, C.H. Germinação de sementes de maracujazeiro influenciada por tratamentos físicos no episperma e diferentes substratos. **Revista Ceres, Viçosa**, v.51, n.296, p.419-427, 2004a.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994.

BORGES, E.E.L.; RENA, AB. Germinação de sementes. In: Aguiar, I.B.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; Figlioglia, M.B. (eds). **Sementes florestais tropicais** (). Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A.G. Interpretação de resultados de Germinação. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artimed, 2004. p. 209 – 222.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento Nacional de Produção vegetal. Divisão de Sementes e Mudas. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, 2009.

BUCKERIDGE, M.S.; AIDAR, M.P.M.; Santos H.P.; TINÉ, M.A.S. Acúmulo de reservas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artimed, 2004. p. 149 – 162. CARDOSO, V.J.M.. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artimed, 2004. p.95-108.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J.; **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Funep, Jaboticabal; 2000.

CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artimed, 2004. p.149-162

CONEGLIAN, R.C.C.; ROSSETO, C.A.V.; SHIMIZU, M.K.; VASCONCELLOS, M.A.S. Efeito de métodos de extração e de ácido giberélico na qualidade de sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryand). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22,p.463-467, 2000.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3 ed. New York: Chapman e Hall, 1995.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: their role in plant growth and development**. 2 ed. New York: Nijiihoff Publishers, 1994. p. ??????

DUARTE FILHO, J.; VASCONCELLOS, M.S.; CARVALHO, C.M.; LEONEL, S. Germinação de sementes de *Passiflora gibert* N. E. Brown sob temperatura controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.468-470, 2000.

FERRARI, T.B. **Germinação de sementes e análise de crescimento no estágio inicial do desenvolvimento de *Passiflora alata* Curtis com o uso de biorreguladores**. 2005. p??????. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

FERREIRA, G. **Estudo da embebição e efeito de fitorreguladores na germinação de sementes de Passifloráceas**. 1998. Tese (Doutorado Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FERREIRA, G.; FOGAÇA, L.A.; MORO, E. Germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander (maracujá-doce) submetidas a diferentes tempos de embebição e concentrações de ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.160-163, 2001.

FERREIRA, G.; DETONI, A.M.; TESSER, S.M.; MALAVASI, M.M. Avaliação de métodos de extração do arilo e tratamento com ethephon em sementes de *Passiflora gibert* N.E. Brawn pelos testes de germinação e de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, p.248-253;, 2002.

FOGAÇA, L.A.; FERREIRA, G.; BLOEDORN, M. Efeito do ácido giberélico (GA3) aplicado em sementes de maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) para produção de mudas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p.152-155, 2001.

HENRIQUE, L.A.V.; ZUCARELI, V. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de *Passiflora incarnata* L. **Trabalho de conclusão de curso (TCC)**, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, 2013.

HORCAT, C.H.; LETHAM, D.S. Biosynthesis of cytokinin in germination seeds of *Zea mays*. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v.41, p.1525-1528, 1990.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983.

LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. **Isothermal germination rates in seeds of *Dolichos biflorus* L.** Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Caracas, Tomo XXXIV, p. 73-112, (Separata del Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales , 136), 1979.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.

LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro-doce com uso de biorreguladores. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, p.107-109, 2005.

LOMBARDI, S.L., Estudos anatômicos e fisiológicos da organogênese in vitro em *Passiflora cincinnata* Mast. **Dissertação** (mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LOPES, H.M.; GOURLART, E.M.; VASCONCELOS, M.A.; QUEIROZ, O.A.; SILVA, E.R. Influência do arilo e da escarificação do tegumento sobre a germinação e absorção de água em sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.13, p.443, 2003.

MALAVASI, M.M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. coord. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.25-39.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

McDONALD, M.D.; KHAN, A.A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v.2, n.75, p.111-114, 1983.

MELO, A.L.; OLIVEIRA, J.C.; VIEIRA, R.D. Superação de dormência em sementes de *Passiflora nitida* H.B.K. com hidróxido de cálcio, ácido sulfúrico e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.260-263, 2000.

MORAES, C.R.A., MODOLO, V.A.; CASTRO, P.R.C. Fisiologia da Germinação e Dominância Apical. In: Castro, P.R.C.; Sena, J.O.A.; Kluge, R.A. (eds.) **Introdução à fisiologia do desenvolvimento Vegetal** (). Maringá: Eduem, 2002.

MORLEY-BUNKER, M. J. S. **Some aspects of seed dormancy with reference to Passiflora spp. and other tropical and subtropical crops**. Londres: University of London, 1974.

MORLEY-BUNKER, M.J.S.; Seed coat dormancy in *Passiflora* species. **Annual Journal Royal New Zealand Institute of Horticulture** 8:72-84, 1980. (não foi citado no texto)

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; SABINO, J.C.; PINHO, S.Z. Estudo da embebição e da viabilidade de sementes de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, p.40-44, 1993.

OSIPI, E.A.F.; NAKAGAWA, J. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, p.179-181, 2005.

PASSOS, I.R.S., MATOS G.V.C., MELETTI, L.M.M., SCOTT, M.D.S., BERNACCI, L.C.; VIEIRA, M.A. R.; Utilização do ácido giberélico para a quebra de dormência de sementes de *Passiflora nitida* Kunth germinadas “in vitro”. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v.23, p. 380-381, 2004.

SANTOS, M.C.; SOUSA, G.R.L.; SILVA, J.R.; SANTOS, V.L.M. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de maracujá (*Passiflora edulis* Sims flavicarpa Deg.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, p.1-6, 1999.

SMITH, H. Light quality and germination: ecological implications. In: **HEYDECHER, W.** **Seed ecology** . London: Buttrworth , 1975.

SMITH, H. The perception of light quality. In: Kendrick, R.E.; KRONENBERG, G.H.M. (eds). **Photomorphogenesis in plants** Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1994. p.187-217.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artimed, 2009.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.13, p.104-108, 2001.

TSUBOI, H.; NAKAGAWA, J. Efeito da escarificação por lixa, ácido sulfúrico e água quente na germinação de sementes de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). **Científica**, v.20, p.63-72, 1992.

WALKER, M. A., ROBERTS, D. R., WAITE, J. L. e DUMBROFF, E. B. Relationship among cytokinin, ethylene and polyamines during the stratification-germination process in seeds of *Acer saccharum*. **Physiologia Plantarum**, , Lund, v.76, p.326-332, 1989.

ZUCARELI, C.; CASTRO, M.M.; OLIVEIRA, H.R.; BRANCALÃO, S.R.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F. Germinação de sementes de *Passiflora alata* em resposta a temperatura e fitoreguladores. **Informativo Abrates**, Londrina, v.11, p.309, 2001a.

ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., CAVARIANI, C. & NAKAGAWA, J.; Períodos de exposição a temperaturas alternadas e constante na germinação de sementes de *Passiflora alata* Dryander. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11,p.308, 2001b.

ZUCARELI, C., CASTRO, M.M., OLIVEIRA, H.R., BRANCALÃO, S.R., RODRIGUES, J.D., ONO, E.O. & BOARO, C.S.F.; Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v.4, p.9-14, 2003.

ZUCARELI, V.; **Germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.: Fases, luz, temperatura e reguladores vegetais**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.